

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

BEST AVAILABLE COPY

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 9 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 1 5 2 7 8

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

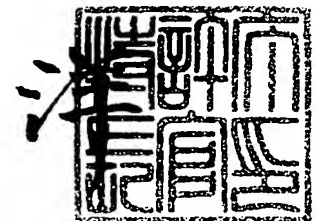
J P 2 0 0 4 - 1 1 5 2 7 8

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 4 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【官 公 庁】 特 許 願
・ 【整理番号】 2032460048
【提出日】 平成16年 4月 9日
- 【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02F 1/37
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 水内 公典
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

・ 【請求項 1】

光源と、

・ 波長変換素子と、

バンドパスフィルターと、

ダイクロイックミラーと、

を備え、

前記光源から出射された基本波は前記波長変換素子により高調波に変換され、

前記バンドパスフィルターは、前記基本波に対して狭帯域透過特性を有し、かつ前記高調波に対して透過特性を有し、

前記波長変換素子から出射された基本波は前記バンドパスフィルターを透過した後、前記ダイクロイックミラーに反射されて前記光源に帰還し、

前記高調波は前記バンドパスフィルターを透過した後、前記ダイクロイックミラーを透過して外部へ出射されるコヒーレント光源。

【請求項 2】

さらに前記波長変換素子から出射された基本波による共焦点光学系を備え、

前記バンドパスフィルターは前記共焦点光学系内に設置され、

前記共焦点光学系の焦点面に、前記ダイクロイックミラーが設置されている

請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 3】

前記バンドパスフィルターの前記高調波の透過率が 80 % 以上である請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 4】

前記波長変換素子が周期状の分極反転構造を備えている請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 5】

前記波長変換素子の少なくとも一方の端面が、前記波長変換素子の光軸に対して 3° 以上傾いている請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 6】

前記波長変換素子が光導波路を備えている請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 7】

前記光源が半導体レーザであり、

前記波長変換素子が前記光源と直接接合されている請求項 6 記載のコヒーレント光源。

【請求項 8】

前記光源がシングルモードの半導体レーザである請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 9】

前記光源が半導体レーザであり、前記半導体レーザのキャビティの長さが 1 mm 以上である請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 10】

前記バンドパスフィルターの透過波長幅が 0.2 nm 以下である請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 11】

前記光源が半導体レーザであり、前記半導体レーザが高周波重畳されている請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 12】

前記光源がファイバーレーザである請求項 1 記載のコヒーレント光源。

【請求項 13】

さらに光導波路内部または端面に設置されたバンドパスフィルターと、

導波路端面に設置されたダイクロイックミラーと、

を備えた請求項 6 記載のコヒーレント光源。

【請求項 14】

- ・ 集光光学系が色収差を有し、前記高調波と基本波を異なる集光点に集光している請求項 13 記載のコヒーレント光源。

・ 【請求項 15】

前記ダイクロイックミラーの厚みが 1 mm 以上である請求項 13 記載のコヒーレント光源。

【請求項 16】

請求項 1 ～ 14 記載の何れかのコヒーレント光源と画像変換光学系とを有し、前記コヒーレント光源からの光を光学系により 2 次元画像に変換する光学装置。

【請求項 17】

前記画像変換光学系が 2 次元のビーム走査光学系からなる請求項 16 記載の光学装置。

【請求項 18】

前記画像変換光学系が 2 次元スイッチからなる請求項 16 記載の光学装置。

【発明の名称】 コヒーレント光源および光学装置

【技術分野】

【0001】

本発明は波長変換素子を用いたコヒーレント光源およびこれを利用した光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体レーザを用いた波長変換素子は小型高出力化が可能であり、高調波への波長変換を利用することで短波長化が可能となる。一方、波長変換素子が高効率で波長変換するための波長許容度は一般的に非常に狭いため、出力を安定させるには半導体レーザの発振波長の安定化が必要となる。

【0003】

この問題を解決する方法として、半導体レーザに光帰還をかける方法が提案されている。半導体レーザの導波モードは外部からの光帰還で制御可能である。たとえば、非特許文献1に示したように狭帯域の波長選択フィルターやファイバグレーティングで半導体レーザの出射光を波長選択した後、半導体レーザの共振器内に帰還することで、半導体レーザの発振波長を固定できる。非特許文献2に示したように、外部グレーティングにより外部から光を返すことで、半導体レーザの発振波長を制御する方法が提案されている。

【0004】

図7は、従来のコヒーレント光源の例を示したもので、バンドパスフィルター504を用いて、半導体レーザ501に光フィードバックをかけて、バンドパスフィルター504の透過波長に半導体レーザの発振波長を固定しているものである。ダイクロイックミラー505は高調波を全反射、基本波を透過する特性を有し、バンドパスフィルター504は基本波の選択された波長のみを透過する構成となっている。半導体レーザ501から出た基本波は集光光学系502で集光され波長変換素子503に入射する。波長変換素子503により基本波の一部は高調波に変換されコリメートレンズを通った高調波はダイクロイックミラー505により波長分離され、高調波として外部に取り出される。一方、波長変換素子から出射した基本波は、コリメートレンズ510を通った後、ダイクロイックミラー505を通過しバンドパスフィルター504により特定波長に選択される。その後、基本波は、ミラー513により反射されて、同じ経路を逆行して半導体レーザ501の活性層内に帰還する。半導体レーザ501の活性層内では、帰還波長のパワーが増大するため、共振器内における帰還波長の光のロスが見かけ上低減するため、発振波長が帰還波長に固定される。バンドパスフィルター504の角度を調整することで、透過波長を制御することができるため、半導体レーザの発振波長を波長変換素子503の位相整合波長に調整して、高効率の波長変換が可能となる。

【特許文献1】 特開平10-186427号公報

【特許文献2】 特開平06-102552号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

半導体レーザの発振波長は光フィードバックによって制御可能である。しかしながら、光学系が複雑になるという課題があった。従来の方法として、波長変換素子から出射された光をダイクロイックミラーで基本波と分離し、基本波をバンドパスフィルターまたはグレーティング素子により波長選択した後半導体レーザに帰還する方法が提案されている。しかしながら、従来の方法では、光学部品点数が多く、また光学系が複雑なため、光学系の小型化、安定化が難しいという問題があった。また、光軸が基本波入射光の光軸に対して、高調波の発生光軸が角度を持つため、光軸調整が難しいという問題があった。

【0006】

また、波長変換素子の入射端面の反射を利用して、半導体レーザを波長変換素子に結合

る部分にバンドパスフィルタを挿入し、フィードバックをかける力伝が従来と比べ小型化を実現している。しかしながら、波長変換素子の入射端の反射を利用する方法では波長変換される基本波が20%以上低下するため、高調波の出力が40%以上低下するとい問題があり、高出力化に課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、半導体レーザと、波長変換素子と、バンドパスフィルタと、ダイクロイックミラーを備え、前記半導体レーザから出射された基本波は前記波長変換素子により高調波に変換され、前記バンドパスフィルタは、前記半導体レーザ光の光に対して狭帯域特性を有し、かつ前記高調波に対しては透過特性を有し、前記波長変換素子から出射された基本波は前記バンドパスフィルタを透過した後、前記ダイクロイックミラーに反射されて前記半導体レーザに帰還し、前記高調波は前記バンドパスフィルタを透過した後、前記ダイクロイックミラーを透過して外部へ出射されるコヒーレント光源である。

【0008】

また、上記コヒーレント光源と、と画像変換光学系とを有し、前記コヒーレント光源からの光を前記光学系により2次元画像に変換する光学装置である。

【発明の効果】

【0009】

バンドパスフィルタに高調波透過特性を持たせることで、光学系の簡素化が可能となり、小型化、安定化を向上させる。また光学系自体を大幅に小型化する直接接合方式への展開をも可能にする構成である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明は、半導体レーザと波長変換素子からなるコヒーレント光源において、光フィードバックにより半導体レーザの波長を固定する方法である。従来から光フィードバックの方法は幾つか提案されているが、光学系が複雑になり、小型化、高出力化に問題があった。本発明は、これらの問題を解決するため、バンドパスフィルタの特性を制御することで、従来の問題点を解決し、小型化、高出力化が可能なコヒーレント光源を実現する。

【0011】

本発明のポイントは、バンドパスフィルタに高調波の透過特性を持たせた点にある。以下に本発明のコヒーレント光源について説明する。

【0012】

（実施の形態1）

図1は本発明のコヒーレント光源の構成図である。半導体レーザ101と集光光学系102、波長変換素子103、コリメートレンズ110、バンドパスフィルタ104、集光レンズ111、ダイクロイックミラー105からなる。バンドパスフィルタ104は、誘電体多層膜からなり、半導体レーザ101の基本波に対しては特定波長のみ透過する。特定波長の透過する波長幅は0.2nm程度である。一方、高調波に対して、バンドパスフィルタ104は透過特性を有し、バンドパスフィルタ104の角度に対してブロードに90%以上の透過率を有する。これらの波長に対する透過特性は、誘電体多層膜の膜設計により容易に実現可能である。ダイクロイックミラー105は基本波を反射、高調波を95%以上透過するように設計されている。

【0013】

次に、本発明のコヒーレント光源と原理について説明する。半導体レーザ101から出射した基本波は集光光学系102により集光される。波長変換素子103に集光された基本波、波長変換素子103により高調波に変換される。一例として、半導体レーザ101として波長980nm、出力500mWの光源を用いた。波長変換素子103としては、周期状の分極反転構造を用いたMgドープのLiNbO₃である。分極反転周期5.4μm、変換効率は5%程度で、基本波を波長490nmの第2高調波に変換できる。波長変換された高調波、コリメートレンズ110で平行光にされた後、バンドパスフィルタ1

を通過して、素子１０１へ入射し、バンドパスフィルタ１０５を通過して、部品に出力される。一方、基本波は、集光光学系１１１によりダイクロイックミラー１０５のミラー面に集光される。ダイクロイックミラー１０５で反射された基本波は、同じ経路を逆行して半導体レーザ１０１の活性層に帰還する。光学系が共焦点光学系になっているため、基本波は安定して半導体レーザに帰還する。波長変換素子１０３の入射面、反射面には基本波に対する反射防止膜が形成されており、途中の光が半導体レーザ１０１に帰還して、ノイズや出力不安定性の原因にならないように設計されている。また波長変換素子１０３の入射面は素子の光軸（分極反転に対し垂直な軸）に対して斜めに形成されている。これも端面での反射光が半導体レーザ１０１に帰還しないためである。バンドパスフィルタ１０５を用いると反射ミラー面で焦点を結ぶ共焦点光学系となるため、光学系の許容度が大きく安定な系を実現できる。

【００１４】

本発明の光学系には下記の利点がある。

【００１５】

第１は、部品点数が少ないこと、透過型のバンドパスフィルタを用いることで、ダイクロイックミラーを基本波反射ミラーおよび波長分離ミラーとして利用できるため、部品点数が削減できる。これによって、コリメート系からバンドパスミラーを削減でき、光学系の体積を大幅に低減できる。その結果、コヒーレント光源の簡素化、小型化が可能となり、光学系の安定度を大幅に向上できるという利点も有する。

【００１６】

第２は、直線光学系となっている点である。入射する基本波と出射する高調波が直線光学系となっているため、光学系の設計が容易になる。さらに部品の組立が容易になり、組立精度も緩和されるため、作製工程の簡素化、組立速度の向上により量産化に有利となる。

【００１７】

第３は、発散光学系となっている点である。従来の光学系と異なり、出射する高調波が発散光となっている。従来はコリメート光となっているため、利用する光学系にビーム径を合わせるレンズ系を追加する必要があった。これに対して、発散光学系のため、適当なレンズ１枚で、ビーム径の調整が容易に設計できるという利点を有する。利用する光学系の設計が容易になる。

【００１８】

なお、ダイクロイックミラー１０５のミラー面は集光側に形成するのが好ましい。これは、光のパワー密度が高い場合、光トラッピング効果により周辺の埃を収集し特性が劣化する現象が観測された。光トラッピングは光の出射側に発生し、パワー密度に依存する。これを防止するには、出射面でのパワー密度を出来るだけ低減するのが好ましい。このためミラー面を内側に設置し、出射面でのパワー密度を低減している。ダイクロイックミラー１０５の基板の厚みを厚くするのも有効である。基板厚みを１mm以上にすれば、出射端面での高調波のパワー密度が低減されているため集塵特性が低くなる。ダイクロイックミラー１０５の貴台としては、ブロックやプリズム等も適用可能である。

【００１９】

なお、ミラー面を内側にする意味は収差の低減にも有効である。ミラー面を出射側に設置すると集光光がダイクロイックミラー１０５の基板を透過するため、収差が増大する。ダイクロイックミラー１０５により反射された基本波は半導体レーザ１０１の活性層に帰還する。活性層はμmオーダーの形状であり、収差の発生は帰還光の光量低減につながり、出力の不安定性を増大させる。これを防止するためにも、ミラー面は集光側に設置するのが好ましい。

【００２０】

なお、利用する半導体レーザ１０１はシングルモードのものが好ましい、光導波路で利用する場合は、光導波路との結合効率を高めるため、必要であり、バルクで利用する場合でも、マルチモードの半導体レーザ１０１は集光特性が悪く変換効率が低下するからであ

る。

【0021】

なお、ここでは、バルク型の波長変換素子103を想定しているので、集光光学系としてプリズムペアを用いたビーム整形を用いている。バルク型では、楕円ビームの半導体レーザー101からの出力を円形ビームに整形することで、高効率化がはかれる。

【0022】

なお、バンドパスフィルター104には次の特性が要求される。まず、基本波に対する波長選択特性であるが、透過波長の半値幅は0.2nm以下が好ましい。これは、波長変換素子103の波長許容幅に依存するが、一般的に波長変換素子103が変換可能な波長の許容幅は0.1nm程度である。このため、バンドパスフィルター104の波長が0.2nm以上になると、波長変換素子103の許容度を大幅に超え、変換効率が低減する原因となる。これを防止するために、バンドパスフィルター104の基本波透過波長の幅は0.2nm以下が好ましい。一方、高調波に対する特性としては、高い透過率が要求される。透過率が低い分出力が低下するため、最低でも90%以上の透過率が要求される。もう一つ重要な点は、高調波に対しては、ブロードな透過特性が要求される。図1の構成に示すように、バンドパスフィルター104は角度を変えることで基本波の透過波長を調整し、波長変換素子103の位相整合波に基本波波長を一致させる。この様な角度調整の範囲の全域において、高調波の透過特性は90%以上に保つよう設計する必要がある。

【0023】

なお、バンドパスフィルターの基本波の透過率は30%~80%以下が好ましい。透過率が高いとダイクロイックミラーでの集光パワー密度が高くなり、ミラー面の信頼性が劣化する。一方、透過率が低くなりすぎると半導体レーザーの帰還が少なくなり安定した光フィードバックが実現出来なくなる。基本波はバンドパスフィルターを2回通るため、30%以下の透過率になると帰還光が10%以下になり安定した波長ロックが難しくなった。

【0024】

なお、半導体レーザー101の端面反射率は1%以下が望ましい。外部からの光フィードバックが活性層内に十分帰還するため、反射率を1%以下に抑えるのが好ましい。

【0025】

なお、半導体レーザー101の活性層の長さは1mm以上が望ましい。半導体レーザー101の発振波長は、半導体レーザーの共振器と外部フィードバックの共振器からなる複合キャビティにより決まるため、縦モード間隔は活性層の長さに反比例する。バンドパスフィルター104の透過波長の許容幅が0.2nm以下と狭いため、半導体レーザー101の縦モード間隔が狭すぎると、バンドパスフィルターの角度を変えて、波長を制御するときに、半導体レーザーの出力変動が大きくなる。また、波長変換素子103の位相整合波長許容度が0.1nm程度と狭いため、半導体レーザー101の縦モード間隔が広いと、正確に半導体レーザー101の波長を位相整合波長に持ってくるのが難しいという問題が生じる。これを防止するには、半導体レーザー101の活性層の長さを1mm以上にして、縦モード間隔を狭める必要がある。

【0026】

なお、半導体レーザー101には高周波を重畳するのが望ましい。半導体レーザー101に高周波を重畳すると2つの利点がある。半導体レーザーの駆動電流に高周波を重畳すると半導体レーザーのコヒーレンスが低下し、発振波長が高速で変動するため、平均的には出力が安定する。とくに、波長変換素子103は許容度が狭いため、半導体レーザー101の発振波長がバンドパスフィルター104の透過波長域0.2nmにおいて揺らいでも出力変動が発生する。高周波を重畳することで、波長変動が平均化され出力安定になる。さらに高周波重畳の有利な点は、波長変換素子103の変換効率が向上する点である。高周波重畳すると半導体レーザー101の出力は高出力のパルス列となる。波長変換素子103は非線形光学効果を利用しているため、変換効率は光のピークパワーに依存する。従って、平均パワーは同じ場合でも、ピークパワーの高いパルス列にすることで変換効率を大幅に向上できる。上記理由により高周波を重畳することは有効である。

・ なお、基本波の光源として半導体レーザーについて述べたが、光源はこれに限定されるものではない。例えば、固体レーザーやファイバーレーザー等の利用も可能である。Ybドープのファイバーレーザーは、広い吸収波長域をもつ高効率のレーザー励起が可能であるが、ファイバーの場合発振波長が非常に広いため、波長変換素子での変換効率が低下する。これを防止するには、光フィードバックによる波長の狭帯域化が重要となる。その方式として、本発明の方式は有効である。

【 0 0 2 8 】

(実施の形態2)

ここでは、光導波路を用いた波長変換素子に本発明の構成を適用した場合について述べる。図2では、波長変換素子203は周期的な分極反転208と光導波路209を備える。半導体レーザー201から出た基本波を、光導波路209に集光する。光導波路209を伝搬する基本波と周期的な分極反転208により波長変換され、高調波になる。光導波路209を用いることで、変換効率は50%程度と高効率になり、波長980nmの半導体レーザー201（出力500mW）から、200mWの高調波（波長490nm）を実現している。本発明の構成をもちいることで、光学系が簡素化、安定化し、小型化、安定なコヒーレント光源を実現できた。

【 0 0 2 9 】

さらに、導波路型では、図3に示す直接接合型の構成が実現できる。半導体レーザー301と波長変換素子308を直接接合することで、光源の小型化が可能となる。半導体レーザー301は光導波路302と直接接合している。ビーム径をあわせることで、結合効率は90%程度となり、高効率結合が可能となる。また、サブマウント上に半導体レーザー301と波長変換素子308を接着することで、素子間の距離が非常に近いため、安定した結合を実現できた。さらに、波長変換素子308から出射される高調波は、コリメートレンズ310、バンドパスフィルター304、集光レンズ311を通して、ダイクロイックミラー305に集光されるダイクロイックミラー305は高調波を透過するため、高調波はそのまま外部へ出力される。

【 0 0 3 0 】

一方、基本波は、バンドパスフィルター304で波長選択された後、ダイクロイックミラー305で反射され、同じ経路を逆方向に進んで、半導体レーザー301に帰還する。波長変換素子308は入射側端面は光導波路302に垂直な端面とし、半導体レーザー301との結合効率向上を図っている。一方、出射側は、斜めに研磨している。研磨角度は3°以上が好ましい。出射側を3°以上に斜め研磨することで、端面での反射光を0.1%以下に低減し、半導体レーザー301への端面からの戻り光によるノイズ発生、出力不安定化をなくすことが出来る。

【 0 0 3 1 】

また、コリメートレンズ310、集光レンズ311は、基本波と高調波に対して色収差が発生する構造にしている。色収差によりダイクロイックミラー306での両光の焦点が焦点深度程度ずれるように設計している。基本波の焦点にダイクロイックミラー306を設置し、基本波が半導体レーザー301の活性層に帰還するように調整する。これは、基本波、高調波がダイクロイックミラー306で同一点に集光されると、共焦点光学系のため、高調波が半導体レーザー301に帰還する。半導体レーザー301に高調波が帰還すると、半導体レーザー301のノイズ発生の原因となるため、レンズの色収差を利用してこれを防止することが可能となる。同時にダイクロイックミラー306表面での光のパワー密度を下げて、ダイクロイックミラー306の表面ダメージによる信頼性の劣化を防止できる。なお、色収差による基本波と高調波の焦点位置の関係であるが、基本波の集光点に対して、高調波の集光点が手前に来るのが好ましい。これは、ダイクロイックミラー306の手前で高調波が焦点を結ぶことで、ダイクロイックミラーの出射面での高調波のパワー密度が低下するため、光トラッピング効果による端面付着を低減できるからである。

【 0 0 3 2 】

また、図4(a)に示すように、導波路途中に形成した溝内にはめ込んでいる。導波路の出射端面にはダイクロイックミラー306を設置している。ダイクロイックミラー306で基本波を反射し、高調波を透過する。ダイクロイックミラー306で反射された基本波は導波路を通過して半導体レーザ301に帰還し、発振波長をフィルターの透過波長に固定する。さらに、図4(b)では導波路端面にバンドパスフィルター304とダイクロイックミラー306を堆積している。導波路素子に波長選択フィルターを集積化することで、光源の超小型化が可能になる。なお、バンドパスフィルター304を集積化した場合は、フィルターの角度調整による半導体レーザの発振波長の調整は難しい。この場合は、波長変換素子308の温度を変えることで位相整合波長を制御し、フィルターの透過波長に位相整合波長を合わせることが可能となる。

【0033】

非線形光学材料としてはMgドープのLiNbO₃、LiTaO₃、またはKTiOP₄等がある。またストイキオメトリック構造のLiNbO₃、LiTaO₃、またはMgドープのストイキオメトリック構造のLiNbO₃、LiTaO₃が高効率変換に有望である。分極反転構造を変えることで任意の波長変換が可能であり、高効率変換が行える。光導波路構造にすることで、さらに高い変換効率が実現できる。

【0034】

光源の半導体レーザとしては、980nmの半導体レーザ以外にも、波長1060nmの半導体レーザを用いれば、530nmの緑色光の発生が、また900nm近傍の半導体レーザを用いれば、青色光の発生が可能となる。さらに、780nm、680nmの近赤外、赤色の半導体レーザを用いれば、紫外光発生が可能となる。これら半導体レーザは、高出力化が進んでおり、信頼性も確保されていることより波長変換素子と組み合わせて各種レーザ光源が実現できる。

【0035】

(実施の形態3)

ここでは、本発明のコヒーレント光源を用いた光学装置としてレーザディスプレイについて説明する。RGBレーザを用いれば、色再現性の高いディスプレイが実現できる。しかしながら、レーザ光源としては、赤色半導体レーザは高出力のものが開発されているが、青色に関しては高出力化が実現しておらず、緑色に関しては半導体レーザの形成が難しい。そこで波長変換を利用した緑および青色光源が必要となる。本発明のコヒーレント光源はワイドストライプの半導体レーザが利用できるため、波長変換素子と組み合わせて高出力の青、緑色光が実現できる。青色出力としては880nmの半導体レーザを波長変換して、440nmの青色光を、緑色光としては1060nmの半導体レーザを波長変換して530nmの緑色光を実現できる。図5においては、これらの光源を一体化し、803のプリズムを介して802の2次元スイッチに投射、スイッチングされた光をレンズ804でスクリーンに投射することで2次元画像が投射できる。2次元スイッチ802としてはマイクロマシンを利用したMEMSや液晶スイッチ等が利用できる。出力としてはスクリーンサイズによるが、数10mWから数100mW程度が必要である。本発明のコヒーレント光源により小型の短波長光源が実現できたので、レーザディスプレイの小型化、高効率化が可能となった。

【0036】

レーザディスプレイ装置としては図6に示す方式も有効である。レーザ光はミラー902、903で走査することによりスクリーン上に2次元的な画像を描く。この場合にはレーザ光源に高速なスイッチ機能が必要であるが、半導体レーザの出力を変調することで、高速出力変調が可能となる。本発明のコヒーレント光源は、高出力化が可能であり、レーザディスプレイ用途に有望である。また光フィードバックによりワイドストライブレーザでありながら、縦モード、横モードともにシングルモードに固定されているため、レーザの出力変調が高速で行える。これによって、走査型のレーザディスプレイが実現できた。

【0037】

以上、導波型光デバイスを用いた光学系を用いた例を挙げて半導体レーザーの大型化を説明したが、導波型光デバイスは特にSHG素子に限らない。例えば高速変調素子や位相シフタ、周波数シフタ、偏光制御素子など、導波型光デバイスとして様々な機能、構成のものが考えられるが、こうした導波型光デバイスとコヒーレント光源を用いた光学系全てに本発明の導波型光デバイスを応用可能である。ただし、SHG素子を用いた光源では半導体レーザーとして高出力の半導体レーザーを用いることが多いため、高出力レーザーとしてワイドストライプの半導体レーザーを利用できれば、小型高出力の光源が実現できる。そのため、本発明の構造を用いることで、高出力化、安定化が実現できる。

【0038】

また、光学装置としては、レーザーディスプレイについて説明したが、その他、光ディスク装置や、計測装置にも有効である。光ディスク装置では、書き込み速度の高速化によりレーザー出力の向上が求められている。本発明の光源は高出力かつ、高いコヒーレンスを有し、小型化が可能のため、光ディスク等への応用にも有効である。

【産業上の利用可能性】

【0039】

以上述べたように、本発明のコヒーレント光源は、半導体レーザーを波長変換する構成において有効な構成である。半導体レーザーの波長変換には、光源の出力安定化のために、光フィードバックによる半導体レーザーの波長制御が必要である。光フィードバックを実現するために、狭帯域のバンドパスフィルターを用い、バンドパスフィルターの選択的な透過波長によって半導体レーザーの発振波長を制御できる。この構成において、バンドパスフィルターに高調波の透過特性を備えることで、光学部品点数を削減すると共に、光学系の小型化、安定化を実現できた。これによって、高出力かつ安定で、量産性にすぐれた短波長光源が実現できるため、その実用効果は大きい。

【0040】

さらに、このコヒーレント光源を用いれば、高出力の小型RGB光源が実現できるためレーザーディスプレイをはじめ、光ディスク装置等各種の光学装置への応用が可能となり、その実用効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】 本発明の実施形態に係るコヒーレント光源の一構成図

【図2】 本発明の実施形態に係るコヒーレント光源の構成図の他の一例を示す図

【図3】 本発明の実施形態に係るコヒーレント光源の構成図の他の一例を示す図

【図4】 本発明の実施形態に係るコヒーレント光源の構成図の他の一例を示す図

【図5】 本発明の実施形態に係る光学装置の一構成図

【図6】 本発明の実施形態に係る光学装置の構成図の他の一例を示す図

【図7】 本発明の従来のコヒーレント光源の一構成図

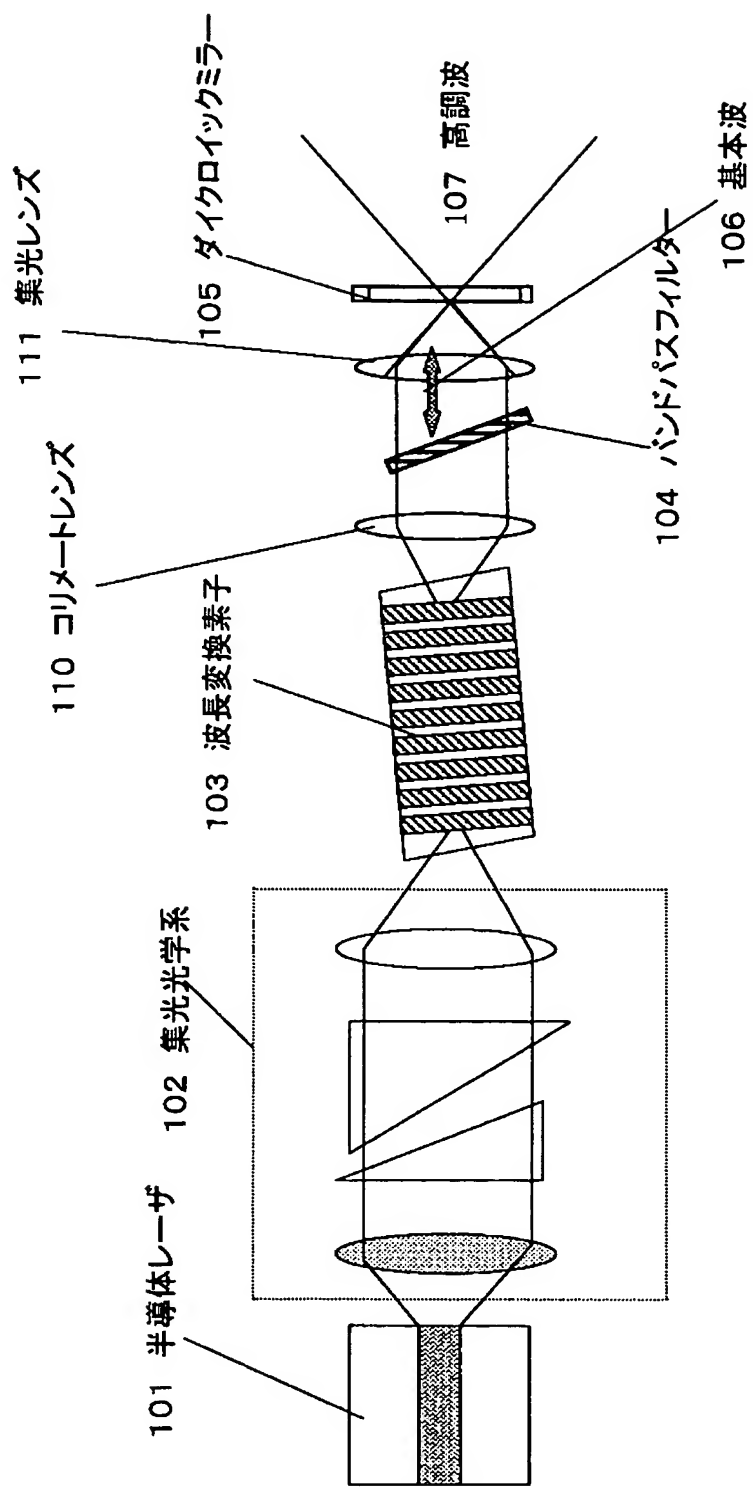
【符号の説明】

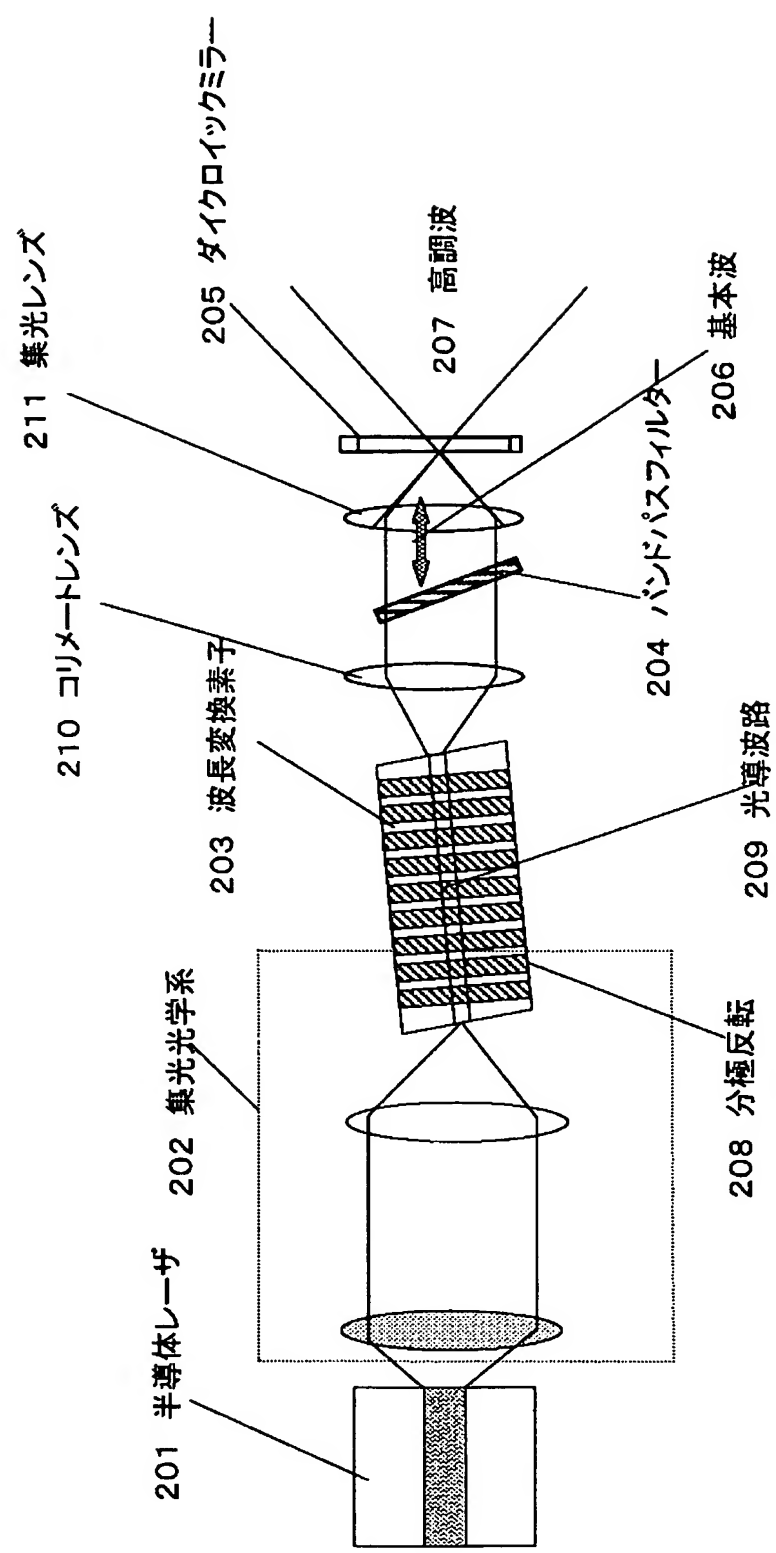
【0042】

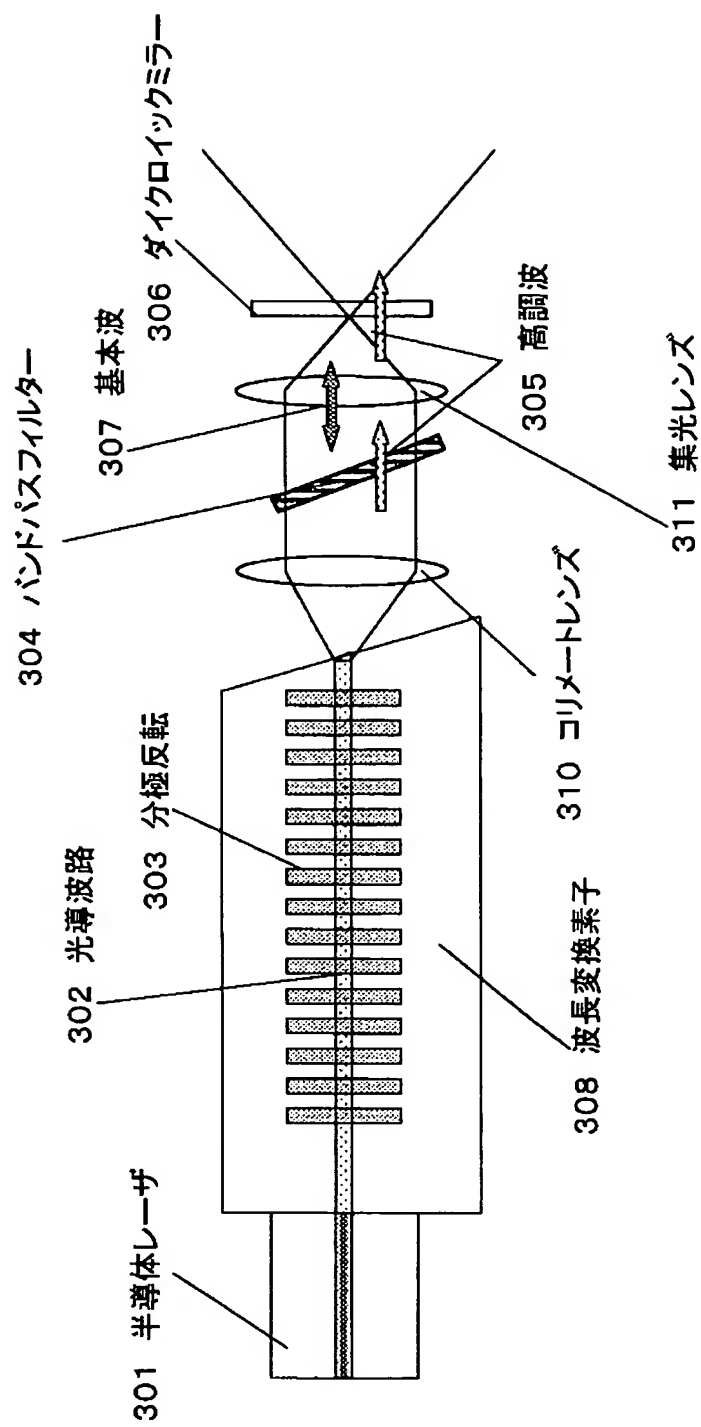
- | | |
|-----|------------|
| 101 | 半導体レーザー |
| 102 | 集光光学系 |
| 103 | 波長変換素子 |
| 104 | バンドパスフィルター |
| 105 | ダイクロイックミラー |
| 107 | 高調波 |
| 110 | コリメートレンズ |
| 111 | 集光レンズ |
| 201 | 半導体レーザー |
| 202 | 集光光学系 |
| 203 | 波長変換素子 |
| 204 | バンドパスフィルター |

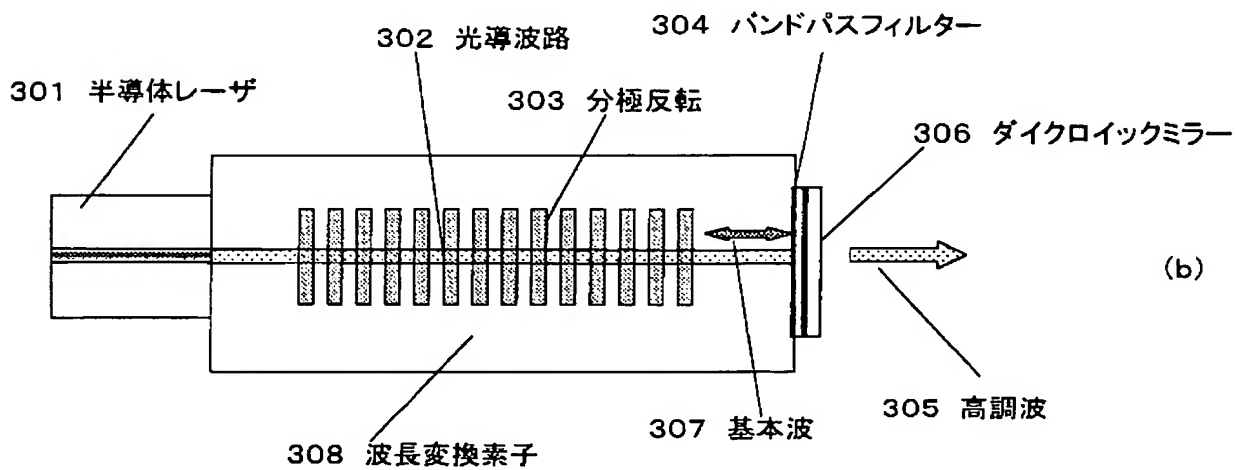
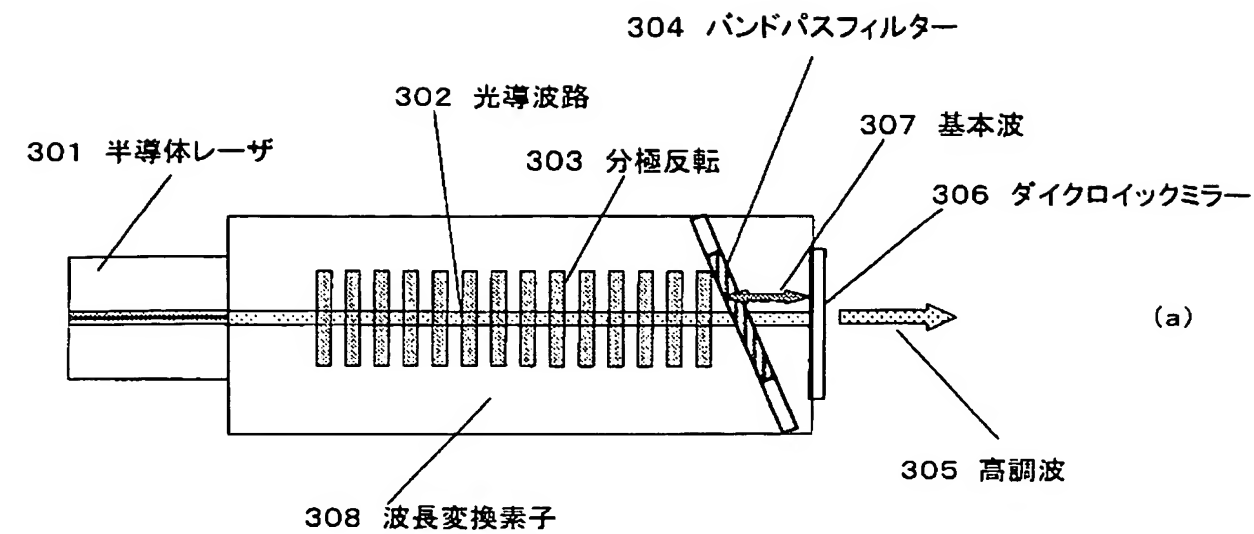
200	フォトニックミラー
206	基本波
207	高調波
208	分極反転
209	光導波路
210	コリメートレンズ
211	集光レンズ
301	半導体レーザー
302	光導波路
303	分極反転
304	バンドパスフィルター
305	高調波
306	ダイクロイックミラー
307	高調波
308	波長変換素子
310	コリメートレンズ
311	集光レンズ
501	半導体レーザー
502	集光光学系
503	波長変換素子
504	バンドパスフィルター
505	ダイクロイックミラー
510	コリメートレンズ
511	集光レンズ
512	高調波
513	ミラー
801	光源
802	2次元スイッチ
803	プリズム
804	レンズ
805	RGBレーザー
807	回折素子
901	光源
902	ミラー
903	ミラー
904	レーザー光
905	スクリーン

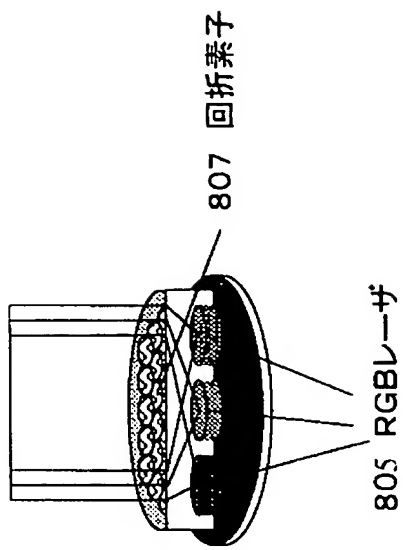
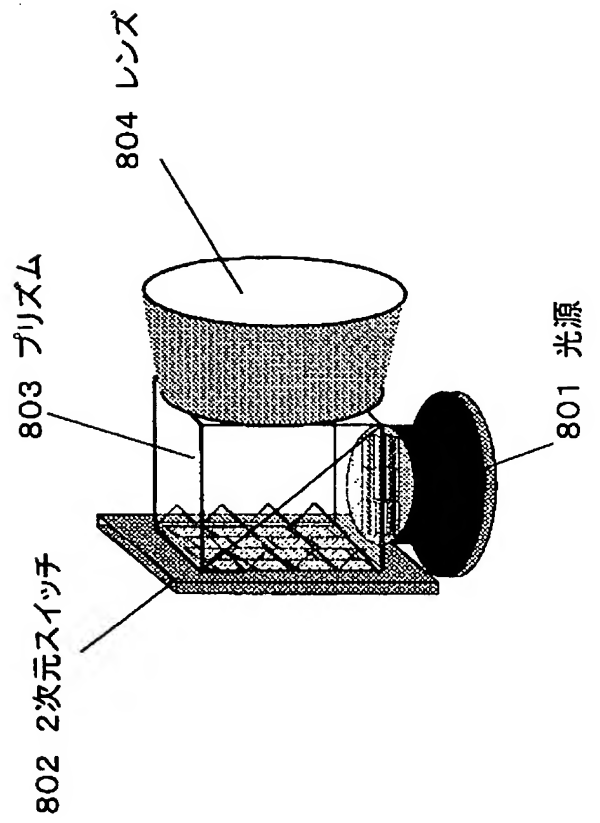
【図一】

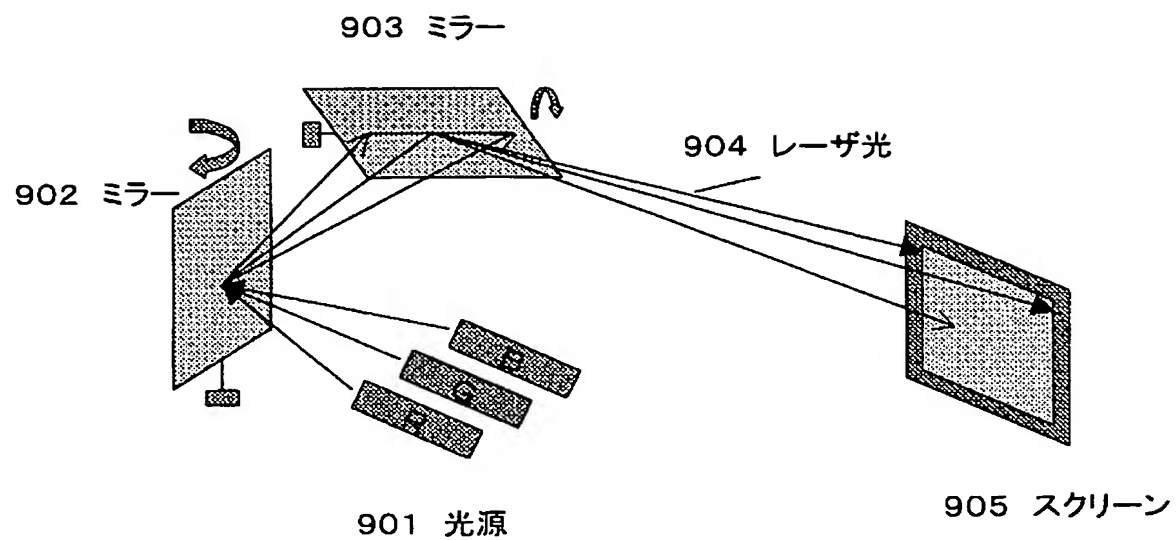


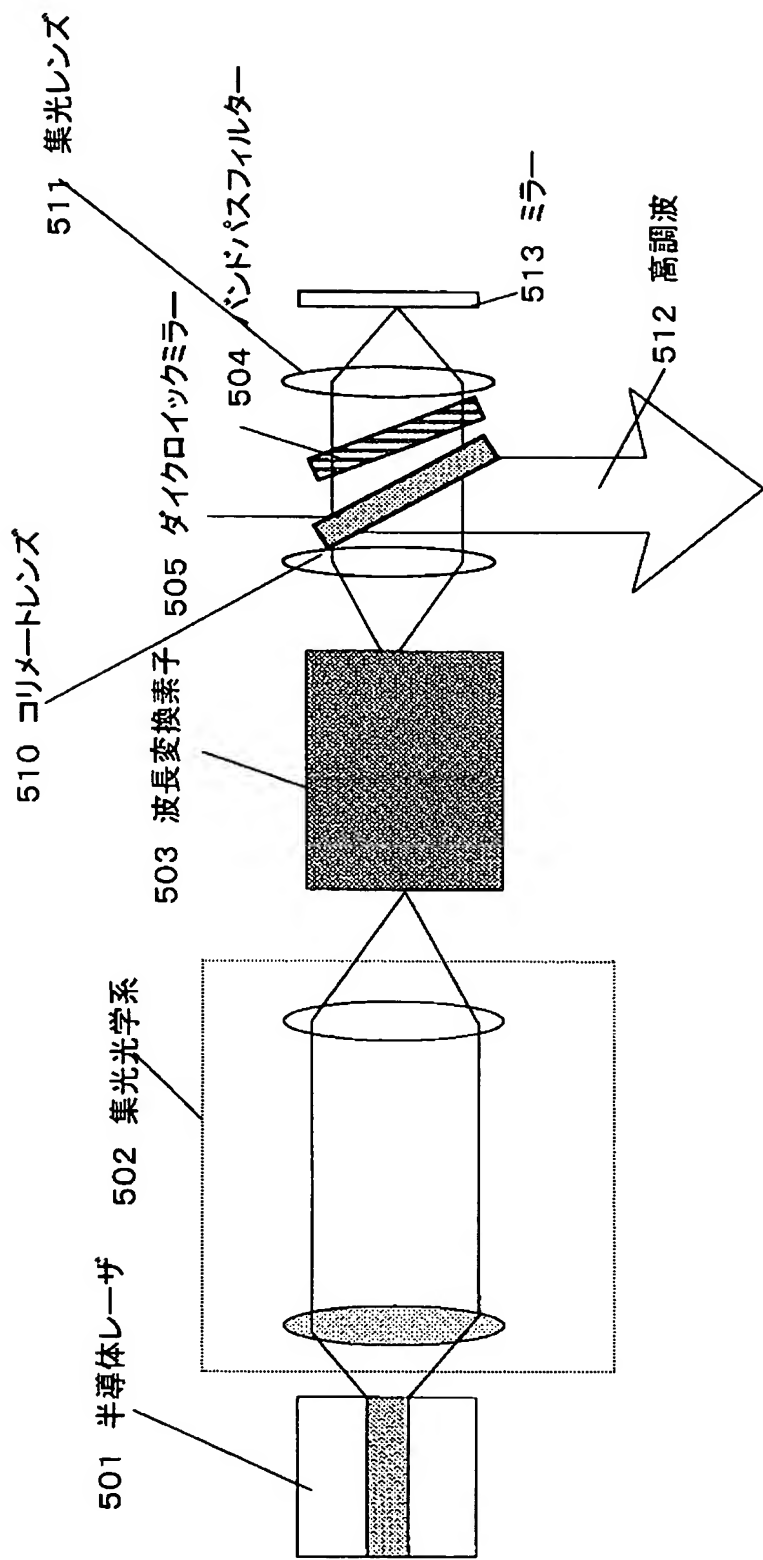












【要約】

【課題】ワイドストライブラーは高出力化が容易であるが、横モードがマルチモードであり、シングルモード導波路やシングルモードファイバーとの結合効率が低く、コヒーレンスの高いデバイスへの応用に問題があった。

【解決手段】ワイドストライブの半導体レーザーから出射された光を、モード変換器および波長選択フィルターを透過した後、半導体レーザーの活性層に帰還させることで、半導体レーザーの発振モードをシングルモードに固定することが可能となる。

【選択図】 図 1

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004525

International filing date: 15 March 2005 (15.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-115278
Filing date: 09 April 2004 (09.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.